

Studentská konference Fakulty mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Technická univerzita v Liberci, 2012

Jádro Linux a dynamicky rekonfigurovatelná platforma s procesory Microblaze

Autor: Ing. Petr Cvek

Vedoucí práce: Prof. Ing. Ondřej Novák, CSc
FM, ITE

Abstract

Purpose of this idea is developing architecture for using multiple processors on FPGA platform. Every processor on FPGA can have various optimizations and/or coprocessors. With possibility of partial dynamic FPGA reconfiguration, individual processors can be added or removed into/from platform. This work includes research and actual developing of such platform.

Úvod

FPGA obvody (Field-programmable gate array) jsou součástky sdružující bloky sekvenční a kombinační logiky (až 100000), kterou je možné naprogramováním propojovat mezi sebou. Z bloků je možno potom tvořit nejrůznější logické obvody (např. mikrokontroléry, jednotky na urychlení matematických operací, ap.). Obecně obvody, které jsou natolik specializované a/nebo v ranném stádiu vývoje, že vytvoření zakázového čipu by bylo neúměrně drahé. Do některých FPGA je pak možné za běhu nahrát nový popis logiky (dynamicky částečně zrekonfigurovat - DPR).

Výrobci FPGA dodávají ve vývojových prostředích moduly některých periférií a někde i samotné procesory, z nichž lze tvořit SoC. Některé z nich jsou natolik výkonné (32bit, ~100MHz), že se na nich vyplatí provozovat GNU/Linux.

Téma práce spočívá v implementaci platformy s více procesory (SMP) pod operačním systémem linux. Jednotlivé procesory budou moci mít různou úroveň pomocných koprocesorů a budou podporovat různé instrukce v závislosti na aktuálně běžících úlohách. Každá úloha pak může mít vlastní knihovnu s optimálně nastaveným procesorem. Pokud úloha skončí, návrh počítá s možností odebrání procesoru a nahrazení procesorem pro další úlohu.

Návrh systému

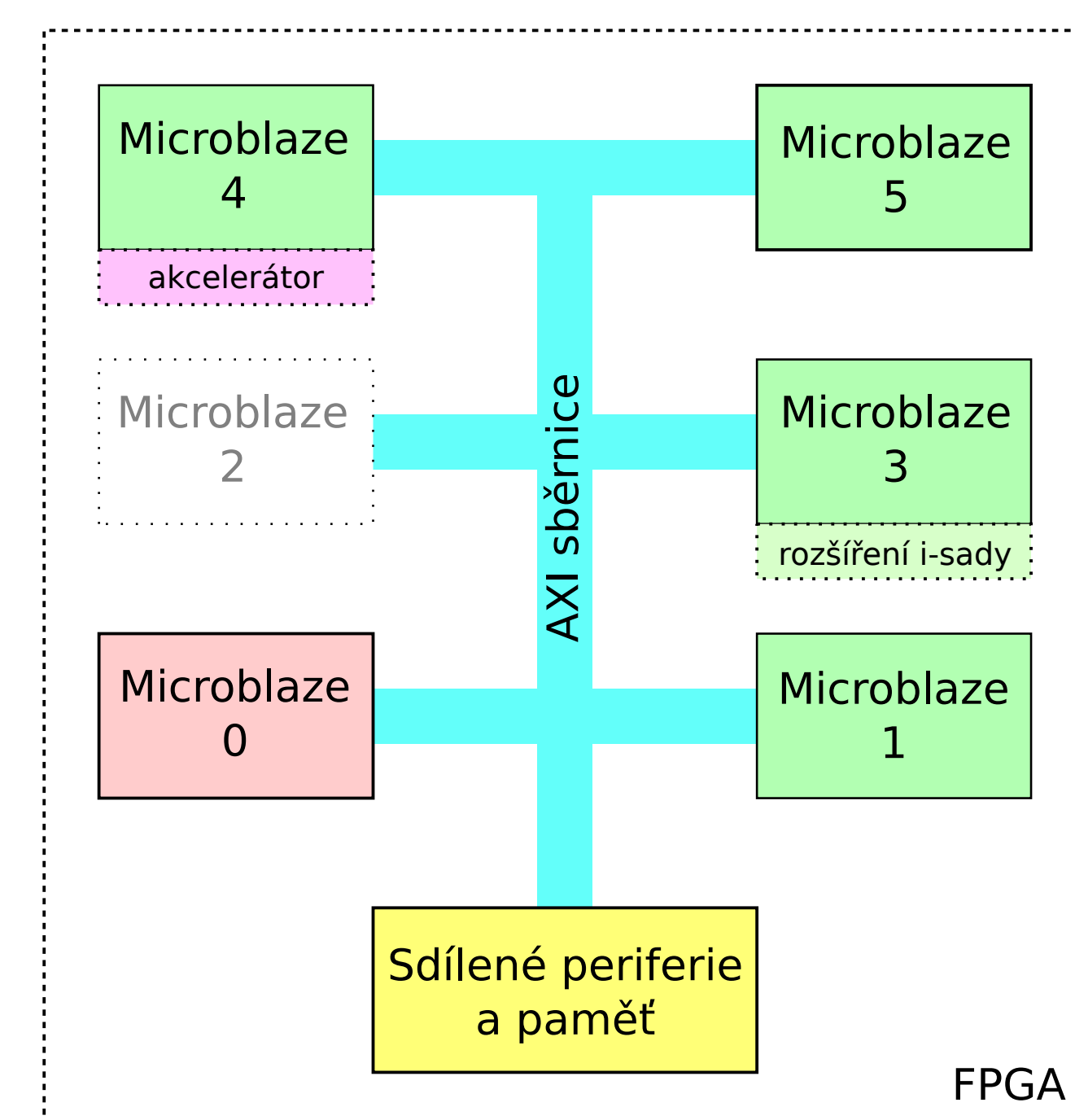
Vzhledem k nejlepší podpoře DPR byl vybrán výrobce Xilinx distribuující procesor Microblaze. Současná platforma ale úplnou podporu SMP nepodporuje, stejně jako jádro Linux. Do systému je možno připojit více procesorů, ale výrobce FPGA nevyřešil prakticky žádnou komunikaci mezi nimi. Což je pro systém, který by všechny procesory používal nutné. Všechny chybějící prvky se musí navrhnout (navíc s ohledem na pozdější rekonfiguraci).

Hardware: Do současných periférií je nutné přidat podporu, kterou vyžaduje SMP systém. Jedná se o:

- Řešení datových hazardů na sběrnici (během read-modify-write operace může jiný procesor přepsat svojí hodnotou).
- Ovládání běhu ostatních procesorů (zastavení a vyjmutí ze systému, následné opětovné připojení).
- Komunikace mezi procesory (IPI) a řadič přerušení.
- Řadič vyrovnávací paměti.

Software: Jako operační systém běžící nad SMP na FPGA byl zvolen Linux, neboť v embedded systémech je pravděpodobně nejrozšířenější (tedy má největší podporu). Nejdůležitější důvod je ale ten, že má otevřené a online dokumentované zdrojové kódy, takže je možné upravit například systém semaforů nebo plánovač úloh. Nejdůležitější úpravy jsou:

- Ovladač rekonfigurace FPGA.
- Ovladač IPI a přerušení.
- Přeprogramování systému atomických operací.
- Úprava plánovače úloh a vylepšení podpory hotpluggingu procesorů.



Výsledky a závěr

Práce je zatím na začátku, nicméně v současném stavu se povedlo vytvořit řadič přerušení, meziprocessorovou komunikaci a ovládání procesorů. Aktuální návrh je zobrazen na obrázku výše. Systém má společnou sběrnici, ke které bude možno (v dalších fázích práce) dynamicky připojit procesor s nějakou optimalizací (koprocesor, rozšířené instrukce). V současné době se pracuje na implementaci řešení datových hazardů.

Reference

- [1] Jonathan Corbet and Alessandro Rubini and Greg Kroah-Hartman, Linux Device Drivers, 3rd Edition, O'Reilly Media, Inc.
- [2] kolektiv autorů, "Linux - Dokumentační projekt, 4. aktualizované vydání" Computer Press, 978-80-251-1525-1.
- [3] Linux Cross Reference [online]. [cit. 2012-05-17]. <http://lxr.free-electrons.com/>

Kontakt

petr.cvek@tul.cz

